

## PHB-750型

# 磁力式液压布氏硬度计



沈阳天星试验仪器股份有限公司

[www.tianxing.com.cn](http://www.tianxing.com.cn)

# 目 录

1. 重要安全事项	1
2. 概述	1
3. 主要技术参数	3
4. 原理与结构	3
5. 测试操作	5
5.1 测试准备	5
5.2 测试操作	6
6. 主要部件说明	6
6.1 压头	6
6.2 压力表	7
6.3 加力杆	7
6.4 泄压阀	7
6.5 控制阀	7
6.6 油缸	8
6.7 磁力吸盘	8
6.8 垫铁	8
7. 标准配置	9
8. 选购件	9
附录 1: 维修手册	10
附录 2: 布氏硬度表	17
附录 3: 布氏硬度计的测试精度	25
附录 4: 布氏硬度试验条件	25
附录 5: 布氏硬度计试验条件的选择	25
附录 6: 布氏硬度与抗拉强度换算	26

## 1. 重要安全事项

使用仪器之前，请仔细阅读和理解全部关于安全防护的说明。

### 1.1 关于硬度计滑落

本硬度计主要由钢铁材料制成，重量较重，不慎滑落可能导致人员伤害和硬度计的严重损坏。因此，应严格遵守以下安全防护规定：

1.1.1 不使用时，应将硬度计放置在平坦、稳定的地方，防止滑落。

1.1.2 移动硬度计时，应防止仪器从手中滑落。

1.1.3 测试曲面或倾斜的零件时，应扶稳硬度计，注意在测试加力过程中仪器可能会脱开，要谨慎操作，防止硬度计滑落伤人。

1.1.4 硬度计的底座铁也应放置平稳，避免滑落伤人。

### 1.2 关于强磁场

硬度计使用时可产生强磁场。在关闭磁力开关时，磁场在硬度计内部形成闭合回路，对外不表现磁性。在打开磁力开关后，硬度计磁场对外开放，硬度计等效于强磁铁。这时如不小心，硬度计会瞬间猛力冲向附近的钢铁制品，这个过程中可能会造成人员伤害和硬度计损坏。因此在硬度计存放和使用中，应严格遵守以下安全规定：

1.2.1 硬度计只有在平稳地安放到底座铁或钢铁零件上后，才允许打开磁力开关，其他任何情况下，磁力开关都应置于“关”状态。

1.2.2 在测试加力过程中，如果磁吸力不足，硬度计可能会从零件上脱开，此时应立刻关闭磁力开关。

1.2.3 正常操作时，打开磁力开关应该很容易，当感觉很费力时，应先查找原因，不应强行拨动磁力开关。

## 2. 概述

磁力式液压布氏硬度计由两个磁力吸盘和一个液压布氏硬度测量头组成，用于大型钢铁零件本体硬度的现场检测。

本仪器采用直径 $D=5\text{mm}$ 的球压头， $F=750\text{kg}$ 的试验力， $F/D^2$ 值等于30。试验结

果等效于10mm球, 3000kg力的试验条件。仪器的试验方法符合美国标准ASTM E110《使用便携式硬度计测试金属材料硬度的试验方法》, 符合中国冶金行业标准YB/T4285《采用便携式硬度计测试金属压痕硬度的试验方法》。测试精度符合美国标准ASTM E10, 国际标准ISO 6506和中国标准GB/T231.2。仪器采用标准布氏硬度块进行量值传递, 可溯源到中国计量科学研究院的国家基准布氏硬度计。仪器采用的包装箱由意大利生产, 具有良好的品质和足够高的强度, 如果正常使用寿命可大于10年。

仪器只能用于测试导磁的钢铁零件, 不能用于非导磁的有色金属、高锰钢、耐磨铸铁、奥氏体不锈钢等材料。

本仪器可用于平面零件, 定制专用的曲面适配器后可测试直径大于150mm的单一直径圆柱面零件。如果测试钢管材料, 根据钢管直径的不同, 管壁厚度应大于15~20mm。

仪器用于测量具有足够大小测量表面的钢板、钢管、钢棒、型钢、模具钢以及大型铸件、锻件、热处理零件。

仪器只要接触零件的一侧即可完成测试, 克服了液压式布氏硬度计受开口宽度限制, 不能测试大型及特大型零件的缺点。与采用187.5kg试验力的小型磁力式布洛硬度计相比, 本仪器采用了较大的球压头和试验力, 具有更高的测试精度, 降低了对试验面的粗糙度要求, 并且更适于测试材质不均匀的铸铁零件。

仪器适用于生产现场的硬度测试, 可以用于铸造、锻造及热处理车间, 对生产过程进行在线的质量控制。也可用于材料仓库, 对采购的原材料进行进厂检验。

仪器的测试结果真实、可靠, 测试精度与台式机相同, 测试后留下的布氏压痕可用于复检, 测试结果符合大多数产品标准和技术图纸的要求, 可代替精度不高的里氏硬度计测试一些对测试精度和可靠性要求较高的重要零件。

### 3. 主要技术参数

试验力:	750kg
压头:	5mm硬质合金球
测量范围:	100~650HBW
示值误差:	符合GB/T231.2
示值重复性:	符合GB/T231.2
净重:	15.8kg
仪器尺寸:	长316mm x 宽142mm x 高234mm (不含加力杆、磁力开关手柄)
工件尺寸:	平面工件: 面积 $\geq 292\text{mm} \times 92\text{mm}$ 圆柱面工件: 直径 $\geq 150\text{mm}$ , 长度 $\geq 292\text{mm}$ , 管材壁厚 $\geq 15\sim 20\text{mm}$

### 4. 原理与结构

磁力式液压布氏硬度计的核心部件是一个小型液压系统, 操作者可以通过操作加力杆驱动液压泵产生750kg的试验力。液压系统中有一个控制阀, 用于控制试验力, 当试验力达到750kg时, 控制阀会瞬间打开并关闭, 压力会回落。按照美国标准 ASTM E110及中国冶金标准GB/T4285的规定, 继续加压, 让压力表指针共3~4次达到750kg数值, 以此来等效于布氏硬度试验方法中关于试验力保持10~15秒钟的规定。

仪器结构如图1所示。

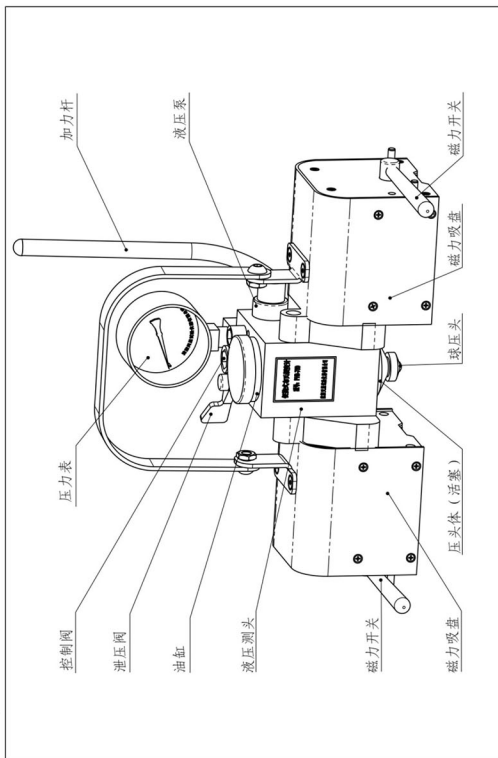
仪器由两个磁力吸盘和一个液压测头组成。

液压测头安装在两个磁力吸盘中间, 由两个磁力开关控制磁力吸盘的吸附和脱开。磁力吸盘可以将液压测头固定在工件表面, 在750kg的试验力下保持稳固的吸附。

液压测头由压力表、液压泵、压头体(活塞)、球压头、油缸、泄压阀、控制阀等组成。

液压测头是一个小型液压系统, 操作者通过加力杆驱动液压泵使液体在液

图1 仪器结构图



压缸内产生足够的压力推动活塞移动，通过球压头对被测工件施加试验力。压力表用于指示试验力的大小，泄压阀用于控制压头上试验力的保持和释放，控制阀用于精确控制750kg的最高试验力并防止试验力超载。

## 5. 测试操作

### 5.1 操作准备

#### 5.1.1 准备工件

测试前应选好工件的测试部位，测试部位的选择，应能保证磁力吸盘与工件之间具有良好的面接触，应使仪器在吸附到工件上之后，工件的待测表面垂直于压头体轴线。仪器只能测试平面和单一直径的圆柱面工件，测试圆柱面工件前应安装预先定制的曲面适配器。

测试前应除去测试点附近的锈及污物，如果工件表面比较粗糙，或者存在氧化皮、硬化层及脱碳层，应对工件表面进行适当打磨，直到露出可以代表工件本体硬度的部分为止，工件表面应打磨光滑，不光滑的表面会使示值重复性误差增大，测试曲面工件时，待测部位应打磨出一个平整光滑的小平面。高质量的充电式角磨机可以在天星公司买到。

#### 5.1.2 校验仪器

仪器的测试精度在出厂前已经检验合格，随机附有检验报告。误操作、货运中发生意外或使用已久，仪器的测试结果可能会不准确。为保证仪器测试准确，在每次使用仪器前，应使用仪器附带的标准硬度块检验仪器的准确性。按照规定，测试钢铁工件的加力次数是3~4次，测试较硬材料时加力次数为3次，测试较软材料时加力次数为4次。测试标准硬度块时应确定加力几次最准确，这个加力次数可作为此后检测硬度相近工件时的参考。

#### 5.1.3 安装曲面适配器

当使用仪器测试符合要求的圆柱面工件时，应预先安装好为这种圆柱面定制的曲面适配器。适配器应圆弧面相对设置，用螺丝钉将适配器紧固在仪器底部。适配器应该是为该工件定制的，其曲率应与工件相同，仪器安放到工件上之后应无明显缝隙。

### 5.1.4 检查压头

测试前应检查压头，保证压头套是旋紧的，否则会使压头损坏或丢失。

### 5.1.5 操作准备

将仪器安放在待测工件表面，打开磁力开关，安装加力杆，打开泄压阀，检查压头体是否被推回到最高的初始位置。如果压头体没有被推回到初始状态，应用撬杆将压头体推回到初始的回缩状态。

### 5.2 测试操作

关闭泄压阀，扳动加力杆，对工件施加试验力。观察压力表，指针开始移向750kg刻度线。继续扳动加力杆，当指针达到750kg时，控制阀动作，压力会下降，再继续扳动加力杆，让压力表指针达到750kg<sub>2</sub>~3次（共达到750kg<sub>3</sub>~4次），此时加力结束。打开泄压阀，用撬杆将压头体推回到初始的回缩状态（注意：每次测试后都应使用撬杆将压头体推回到初始的回缩状态）。关闭磁力开关，将仪器从工件上移开，工件表面会留下一个压痕。用读数显微镜读取压痕直径，查附录2布氏硬度表，就可得到准确的布氏硬度值。

如果暂时不再需要测试，为了保证仪器安全，应取下加力杆，并确认磁力开关关闭。

## 6. 主要部件说明

### 6.1 压头

压头由压头体、球压头和压头套组成。

压头体是液压系统中用于施加试验力的活塞，液压系统的压力推动该活塞产生试验力，该试验力施加于球压头，使球压头在工件上压出压痕。

仪器的球压头采用硬质合金球，符合最新的布氏硬度试验标准。本仪器使用的硬质合金球具有极高的尺寸精度，硬度高，耐磨性好，使用寿命长。尽管如此，仍然应注意，不可测试硬度超过60HRC的淬火钢，否则球可能会损坏。备用的硬质合金球可以从天星公司购买。

压头套用于固定球压头，每次测试前应确定压头套是紧固的。



## 6.2 压力表

压力表用于指示试验力，可以让操作者直观地看到试验力上升和下降的过程。压力表的作用仅限于指示试验力，750kg试验力的控制并不依赖于压力表。

应避免使压力表受到冲撞，拆卸压力表是不允许的。

## 6.3 加力杆

加力杆的作用是控制液压系统使其产生试验力。

加力杆的往复动作会驱动液压泵的小活塞向液压系统施压，这一压力通过液压油传递到大活塞—压头体上，使压头体受到较大压力，压头体会产生位移并输出试验力。

测试前如果没有将压头体推回到初始的回缩状态，则操作加力杆时压头体可能会不能产生足够的位移量，无法向工件施加足够大的试验力。

仪器暂时不使用时应将加力杆卸下，以免他人误操作造成仪器故障。

## 6.4 泄压阀

泄压阀是液压系统的压力开关，打开泄压阀，液压缸中的压力会被释放，关闭泄压阀，液压缸就会处于封闭状态，这时操作加力杆，液压油就会向压头体施加压力，使其产生位移。因此，应该做到如下几点：

- a. 仪器不使用时，泄压阀应置于打开状态。
- b. 只有在将仪器吸到工件上，在开始操作加力杆之前才可关闭泄压阀。
- c. 完成测试后，应马上打开泄压阀，推回压头体，关闭磁力开关，移开仪器。

## 6.5 控制阀

控制阀是液压系统的压力控制开关，仪器出厂前，控制阀的工作点被精确地校正到750kg。当压头体产生的试验力达到750kg时，控制阀瞬间打开并立刻关闭，这时液压缸内压力会下降，再次加压，当试验力达到750kg时，控制阀再次动作，压力再次下降，如此3~4次，即可完成一次布氏硬度测试。

控制阀在仪器出厂前就已被精确地校正好，操作者不可随意旋动控制阀螺丝，否则，仪器会由于加载了错误的试验力而失准。

## 6.6 油缸

油缸由油缸盖、油囊锁紧螺母、油囊和储油缸组成。

压头体在试验力或撬杆的作用下发生伸出或回缩动作时，储油缸内的油量会发生变化，这一油量变化由油囊补偿，以保证油缸内既不会产生空腔或负压，也不会让液压油溢出。

在仪器长期使用后，液压油会有微量泄漏，本仪器在压头密封方面做了改进，液压油的泄漏较国外同类产品要少，但是仍然无法完全避免。仪器使用久了，由于油缸中油量减少，在施压时压头的位移量可能不足以正确的在工件上压出布氏压痕，具体表现为无论加力杆怎样动作都无法使试验力指针达到750kg。

发生上述情况后应该及时补充或更换液压油。

液压油的更换一般应在仪器制造厂及驻各地办事处完成，也可以送到经销商处由经制造厂授权并培训的技术人员完成。有条件的使用单位也可以尝试自己完成，但是应与制造厂取得联系，获取制造厂的指导。更换液压油的操作比较复杂，如果操作不慎，就会使仪器不能正常使用。

## 6.7 磁力吸盘

磁力吸盘固定在液压测头的两侧，为液压测头提供吸附力，由磁力开关控制磁力吸盘的吸附或脱开。当磁力开关手柄置于向前的水平位置时，开关关闭，仪器脱开。当磁力开关手柄置于向后的水平位置时，开关打开，仪器会吸到钢铁材料上。

当磁力开关手柄未处于水平位置时，可能会发生吸力不足，会使测量失败，这一点应注意。

在仪器装箱运输时，应卸下磁力开关手柄，放在包装箱的相应位置。

## 6.8 垫铁

垫铁是校正仪器时使用的，由高导磁的纯铁材料制成。

校正仪器时，将垫铁凹槽向上放到一个平稳的地方，将仪器吸在垫铁上，在垫铁凹槽处放入硬度块，对硬度块进行测试。

**7. 标准配置**

主机	1台
加力杆	1个
高值标准布氏硬度块	1块
低值标准布氏硬度块	1块
撬杆	1个
20倍读数显微镜	1个
备用硬质合金球	2个
垫铁	1个
包装箱	1个
产品质保书	1份
使用说明书	1份

**8. 选购件**

标准布氏硬度块（高值）
标准布氏硬度块（低值）
5mm硬质合金球
压头套
一字槽螺丝刀
垫铁
撬杆
包装箱
20倍读数显微镜
充电式角磨机
布氏压痕自动测量仪

**维修用配件与工具**

液压油
换油用注射器
油囊
O形环
铜轴套
液压泵铜密封圈
控制阀铜密封圈
排气孔铜密封圈
油囊螺母扳手
控制阀盖扳手
泄压阀扳手
液压泵铜套扳手

## 附录1

## 维修手册

仪器经过长期使用,有些零件可能会磨损,可能会出现密封件漏油、加力困难、测值不准、压头回缩复位困难、球压头变形或磨损、压力表失准等故障。发生上述问题应对仪器进行维修。

一部分维修工作必须由仪器制造厂完成。发生故障时只要将仪器发运回天星公司即可。

另一部分维修工作可由经销商完成。对于本仪器的主要经销商,制造厂都会对其技术人员进行适当的培训,使其能够较熟练地完成仪器的校准、换油和部分维修工作。使用单位可以就近到这些经销商处维修仪器。

还有一部分维修工作可以由使用单位来完成。由于时间、地域及运输方面的限制,一些单位不便于将仪器送到制造厂或经销商处维修,如果使用单位确有合适的技术人员可以完成仪器的维修工作,也可以由使用单位按照本维修手册的指导,完成诸如校准、换油、更换密封件等维修工作。维修中遇到困难时可与制造厂电话联系,询求支持和指导。维修中需要的液压油、零件及专用工具,可以在天星公司购买。

维修时原来的O形环、密封环、铜密封圈等密封件及油囊、液压油等不可重复使用,应重新更换,重复使用上述旧零件或材料会影响仪器性能。

仪器的常见故障及处理方法如下:

## 1. 加力困难

当仪器加力困难,不能加力到750kg时,可能的原因是 ①压头体未复位, ②油量不足, ③液压系统进气, 解决办法如下:

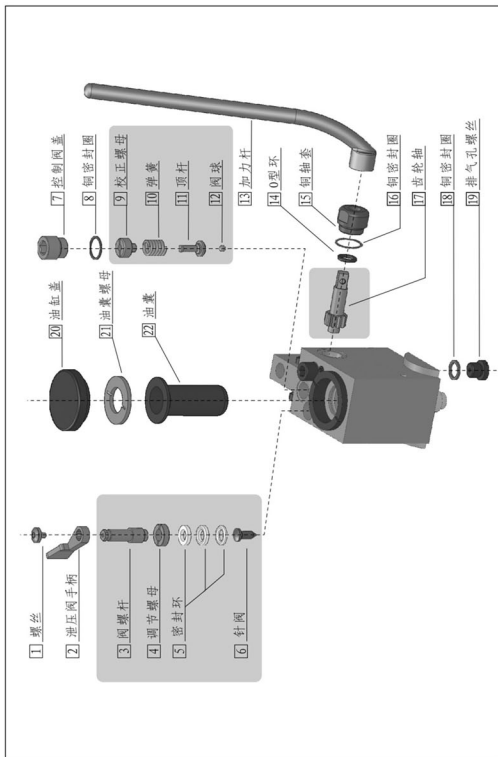
### 1.1 压头体未复位

每次测量后应将压头体推回到初始的回缩状态。如果没有执行上述操作,当操作加力杆加力时,压头的位移量可能不足以对被测工件加力到750kg。

### 1.2 油量不足

仪器用久了,液压油会有损耗,剩余的液压油不足以使压头产生足够的位移,给被测工件加力到750kg。

图2 测量头示意图



发生油量不足时应做如下处理:

### 1.2.1 检查液压泵

卸下加力杆, 查看铜轴套附近是否有油渗出, 如果有油渗出, 说明铜轴套内的O形密封环发生磨损, 应更换O形密封环和铜密封圈。操作办法如下: 将仪器侧立起来, 由一个人扶持, 使仪器液压泵的部位朝上, 在拆卸泵的过程中应避免泵内的油流出来。

用专用扳手下铜轴套(铜轴套的螺纹为左旋螺纹, 卸下铜轴套时应顺时针旋转), 在铜轴套内可看到一个O形密封环, 该密封环如发生磨损, 就会在铜轴套周围有油渗出。向液压泵内注满油, 更换新的O形环和铜密封圈, 安装好后旋紧铜轴套, 这时应有液压油在铜轴套周围溢出, 用软布和清洁剂擦净液压测头。

液压泵部位除了更换O形环和铜密封圈外, 其他零件不可再进行拆卸。

### 1.2.2 更换液压油

仪器长期使用后其液压油中会有很多污物, 对仪器使用非常有害, 因此建议油量不足时, 应更换全部的液压油。

使用正确型号和粘度的液压油很重要。可以在当地采购美孚公司的SAE50型(在华氏100度时, 赛氏粘度为965秒)液压油。备用的液压油和换油所需的专用工具可以在天星公司购买。

换油的操作顺序十分重要, 并且有一点复杂, 不管是否理解, 应严格按照操作说明规定的步骤操作, 如有不慎, 仪器将无法正常工作。

换油操作步骤如下:

- 将仪器吸在垫铁上, 关闭泄压阀, 扳动加力杆, 尽量将压头体压出最多。
- 旋下油缸盖, 用专用扳手下油囊螺母, 取出油囊。
- 打开泄压阀, 用撬杆将压头体推回到回缩位置。
- 关闭泄压阀。
- 关闭磁力开关, 将仪器向前翻转, 倒掉油缸中的旧油, 重新将仪器吸在垫铁上。
- 在垫铁上放置一个报废的硬度块或厚度不大于硬度块的其他铁块。
- 向油缸内注满新油, 使油液面高出油缸内的台阶, 接近螺纹部分的上

边缘,操作加力杆,将压头体缓缓压出,操作中应保证油液面的高度不低于油缸内的台阶,可边压出压头体,边补充液压油,直到压力表指针接近750kg,打开泄压阀释放压力,关闭泄压阀,再次加力至750kg,打开泄压阀。重复上述操作,这个过程中会有气泡从油缸中溢出,油缸内的油会逐渐变脏(用户可视油脏的程度决定是否再换一次油)。继续重复上述操作,直到没有气泡溢出为止。

- h. 打开泄压阀,将压头体推回到回缩位置,取下垫铁上的硬度块或铁块。
  - i. 操作加力杆,将压头体缓缓压出,此时油的液面会逐渐降低。操作中应边压出压头体,边用注射器向油缸内补油,保证油液面的高度基本不变,直到压头体被压出约10mm为止。
  - j. 用注射器抽出油缸中大约1/3的油。
  - k. 缓缓放入油囊,这时油的液面会逐渐升高,为了不使太多的油流到液压测头外。应边放入油囊边用注射器抽出多余的油,直到油囊落到底。快速旋入并旋紧油囊螺母,擦净流入油囊内的油,盖上并旋紧油缸盖,用软布和清洁剂将液压测头及仪器其他部位的残油擦拭干净。
  - 1. 打开泄压阀。
- 换油操作结束。

### 1.2.3 检查压头体

液压油更换后如在短期内又发生因油量不足而造成的加力困难,这时应怀疑缸体上的X形密封环发生了磨损,应检查压头体,看看是否有油渗出,如有油渗出需更换X形密封环。X形密封环是不能由用户更换的,此时应联系制造厂,将仪器寄回厂里维修。

### 1.3 液压系统进气

液压系统中进入空气后也会发生不能加力到750kg的情况。液压系统中进入空气主要有两个原因,一是完成一次测试后没有及时将压头体推回到回缩位置就进行下一次测试,导致压头体伸出过长,液压系统中产生负压,吸入空气。液压系统中进入空气的另一个原因是在换油过程中操作不当使液压系统中混入空气。在油缸缸体内侧,油缸台阶下方大约3mm处的槽内有2个油孔,在向油缸内注入新油后,在压出压头体及放入油囊过程中,如果油的液面过低,油孔露出来就会进入空气。

当怀疑液压系统中进气时，可执行以下的排气操作：

将仪器吸到垫铁上，用撬杆将压头体推回到回缩状态，在垫铁上放置一个报废的硬度块或厚度不大于硬度块的铁块。关闭泄压阀，加压到750kg，打开泄压阀。

重复上述加压操作10次以上。

关闭磁力开关，将仪器从垫铁上取下来。翻转仪器，将仪器搭放到两个预先备好的距离合适的平台上，注意不要让表头受到损伤。在液压测头底部找到排气孔，旋下排气孔螺丝，用注射器向孔内注满油，安上并旋紧螺丝。将仪器重新吸到垫铁上，执行加压、泄压操作2~3次。

## 2. 仪器失准

仪器用久了可能会发生失准，表现为在测试标准布氏硬度块时误差超过国家标准规定的允许范围，见附录3。

造成仪器失准的原因及解决的对策如下：

### 2.1 加力次数不对

为了等效于台式布氏硬度计3000kg力，10mm球，保荷10~15秒钟的试验条件，本仪器按照标准规定要重复加力到 750kg 共3~4次。如果仪器有小量超差，可适当增减1次加力，原则上，对于较硬的材料应减少一次加力，对于较软的材料应增加一次加力。这样可使仪器的测量值更加准确。

### 2.2 硬度块过期

硬度块出厂前都已经过检定，硬度值标示在硬度块的正面或侧面，检定日期写在检定报告上。硬度块的有效期为1年，1年后硬度块的硬度值需重新检定，超过有效期的硬度块硬度值可能会超差，用它检验仪器时，可能会不准确。

新的硬度块可以在天星公司购买。

### 2.3 球变形或磨损

本仪器配备的硬质合金球具有很高的尺寸精度、硬度和耐磨性，但是在长期使用、误操作或经常测试较硬工件后，仍然难免会发生变形或磨损。

当发生仪器失准时，在排除了硬度块原因之后，可将球取下，转动一下球，



让球的测试面换一个新位置，然后重新安装到压头体上，将压头套旋紧。

如果不再能通过上述方式解决压头球变形和磨损造成的失准问题，则需要更换新的球，可以联系天星公司，购买新的球。

## 2.4 试验力失准

造成仪器失准的另一个可能的原因是750kg试验力发生了改变。

750kg试验力在仪器出厂前就已经做了精确校正，其误差小于 $\pm 1\% \times 750\text{kg}$ 。

精确的试验力校正需要高精度的测力仪，使用者一般不具备这个条件。因此，试验力校正应由仪器制造厂或有资质的计量部门执行。当不便于将仪器寄回制造厂，并且不能找到合适的计量部门时，如果怀疑仪器试验力失准，使用者可尝试在制造厂的指导下对试验力做粗略校正。

750kg试验力的校正是由控制阀控制的，当需要重新校正750kg力时，应首先操作加力杆，使压头体露出约10mm，然后用内六角扳手卸下控制阀盖，取下位于阀盖下边的铜密封圈，在控制阀孔内能看到液压油，油下边是校正螺丝，应标注好初始位置以免过度偏离，用“一字槽”螺丝刀轻轻地旋动校正螺丝（只要动了即可）。当测得的硬度值偏高时，校正螺丝应顺时针方向旋动，当测得的硬度值偏低时，校正螺丝应逆时针方向旋动。这里要求动作一定要小，否则可能过度偏离原来的校正点，存在试验力超过安全限度，损坏仪器的风险。

调整控制阀校正螺丝后，应在硬度块上检查仪器，如还有超差，可多次重复上述操作，直到调准为止。

控制阀螺丝只能做微小调整，不可以做大幅度调整，更不能拆卸，否则仪器的试验力可能会大幅度偏离规定值，无法使用。

如仪器超差较多无法自行解决，请与制造厂天星公司联系。

## 3. 泄压阀漏油

在仪器的泄压阀内有三个V形密封圈。仪器用久了密封圈发生磨损，密封效果会减弱，会有少量液压油渗出。在仪器使用中应时常关注泄压阀，检查泄压阀手柄下部是否有液压油渗出，当发现有油渗出时，应做如下处理：

首先操作加力杆，让压头体伸出量为最多，然后用内六角扳手卸下泄压阀

手柄上的螺丝，取下手柄，下面有一个压紧螺母，用泄压阀专用扳手紧固这个螺母，顺时针旋紧1/16~1/8圈即可。重新安装上泄压阀手柄和螺丝。

泄压阀的维修仅限于上述操作，泄压阀螺母是不可以由用户卸拆的。

### **重要提示：**

可以由用户方面执行的维修与保养仅限于本维修手册所列内容。

任何超出本维修手册内容的维修和对仪器的拆卸都是不允许的。图2所示灰色区域的零件是不允许拆卸的。如果造成仪器损坏，用户方面可能要付出更多的维修费用，某些重要零件或整台仪器可能会面临报废危险。

附录2: 布氏硬度表

球直径 D/mm		0.102×F/D <sup>2</sup> 值			
		30	15	10	5
		试验力F/N (kg)			
10	5	29.42kN (3000) 7.355kN (750)	14.71kN (1500)	9.807kN (1000)	4.903kN (500)
压痕直径D/mm		布氏硬度值 (HBW)			
2.40	1.200	653	327	218	109
2.41	1.205	648	324	216	108
2.42	1.210	643	321	214	107
2.23	1.215	637	319	212	106
2.44	1.220	632	316	211	105
2.45	1.225	627	313	209	104
2.46	1.230	621	311	207	104
2.47	1.235	616	308	205	103
2.48	1.240	611	306	204	102
2.49	1.245	606	303	202	101
2.50	1.250	601	301	200	100
2.51	1.255	597	298	199	99.4
2.52	1.260	592	296	197	98.6
2.53	1.265	587	294	196	97.8
2.54	1.270	582	294	194	97.1
2.55	1.275	578	289	193	96.3
2.56	1.280	573	287	191	95.5
2.57	1.285	569	284	190	94.8
2.58	1.290	564	282	188	94.0
2.59	1.295	560	280	187	93.3
2.60	1.300	555	278	185	92.6
2.61	1.305	551	276	184	91.8
2.62	1.310	547	273	182	91.1
2.63	1.315	543	271	181	90.4
2.64	1.320	538	269	179	89.7
2.65	1.325	534	267	178	89.0
2.66	1.330	530	265	177	88.4
2.67	1.335	526	263	175	87.7
2.68	1.340	522	261	174	87.0
2.69	1.345	518	259	173	86.4
2.70	1.350	514	257	171	85.7
2.71	1.355	510	255	170	85.1
2.72	1.360	507	253	169	84.4
2.73	1.365	503	251	168	83.8
2.74	1.370	499	250	166	83.2
2.75	1.375	495	248	165	82.6
2.76	1.380	492	246	164	81.9
2.77	1.385	488	244	163	81.3
2.78	1.390	485	242	162	80.8
2.79	1.395	481	240	160	80.2
2.80	1.400	477	239	159	79.6
2.81	1.405	474	237	158	79.0
2.82	1.410	471	235	157	78.4
2.83	1.415	467	234	156	77.9
2.84	1.420	464	232	155	77.3

球直径 D/mm		0.102xF/D <sup>2</sup> 值			
		30	15	10	5
		试验力F/N (kg)			
10	5	29.42kN (3000) 7.355kN (750)	14.71kN (1500)	9.807kN (1000)	4.903kN (500)
压痕直径D/mm		布氏硬度值 (HBW)			
2.85	1.425	461	230	154	76.8
2.86	1.430	457	229	152	76.2
2.87	1.435	454	227	151	75.7
2.88	1.440	451	225	150	75.1
2.89	1.445	448	224	149	74.6
2.90	1.450	444	222	148	74.1
2.91	1.455	441	221	147	73.6
2.92	1.460	438	219	146	73.0
2.93	1.465	435	218	145	72.5
2.94	1.470	432	216	144	72.0
2.95	1.475	429	215	143	71.5
2.96	1.480	426	213	142	71.0
2.97	1.485	423	212	141	70.5
2.98	1.490	420	210	140	70.1
2.99	1.495	417	209	139	69.6
3.00	1.500	415	207	138	69.1
3.01	1.505	412	206	137	68.6
3.02	1.510	409	205	136	68.2
3.03	1.515	406	203	135	67.7
3.04	1.520	404	202	135	67.3
3.05	1.525	401	200	134	66.8
3.06	1.530	398	199	133	66.4
3.07	1.535	395	198	132	65.9
3.08	1.540	393	196	131	65.5
3.09	1.545	390	195	130	65.0
3.10	1.550	388	194	129	64.6
3.11	1.555	385	193	128	64.2
3.12	1.560	383	191	128	63.8
3.13	1.565	380	190	127	63.3
3.14	1.570	378	189	126	62.9
3.15	1.575	375	188	125	62.5
3.16	1.580	373	186	124	62.1
3.17	1.585	370	185	123	61.7
3.18	1.590	368	184	123	61.3
3.19	1.595	366	183	122	60.9
3.20	1.600	363	182	121	60.5
3.21	1.605	360	180	120	60.1
3.22	1.610	359	179	120	59.8
3.23	1.615	356	178	119	59.4
3.24	1.620	354	177	118	59.0
3.25	1.625	352	176	117	58.6
3.26	1.630	350	175	117	58.3
3.27	1.635	347	174	116	57.9
3.28	1.640	345	173	115	57.5
3.29	1.645	343	172	114	57.2

球直径 D/mm		0.102xF/D <sup>2</sup> 值			
		30	15	10	5
		试验力F/N (kg)			
10	5	29.42kN (3000) 7.355kN (750)	14.71kN (1500)	9.807kN (1000)	4.903kN (500)
压痕直径D/mm		布氏硬度值 (HBW)			
3.30	1.650	341	170	114	56.8
3.31	1.655	339	169	113	56.5
3.32	1.660	337	168	112	56.1
3.33	1.665	335	167	112	55.8
3.34	1.670	333	166	111	55.4
3.35	1.675	331	165	110	55.1
3.36	1.680	329	164	110	54.8
3.37	1.685	326	163	109	54.4
3.38	1.690	325	162	108	54.1
3.39	1.695	323	161	108	53.8
3.40	1.700	321	160	107	53.4
3.41	1.705	319	159	106	53.1
3.42	1.710	317	158	106	52.8
3.43	1.715	315	157	105	52.5
3.44	1.720	313	156	104	52.2
3.45	1.725	311	156	104	51.8
3.46	1.730	309	155	103	51.5
3.47	1.735	307	154	102	51.2
3.48	1.740	306	153	102	50.9
3.49	1.745	304	152	101	50.6
3.50	1.750	302	151	101	50.3
3.51	1.755	300	150	100	50.0
3.52	1.760	298	149	99.5	49.7
3.53	1.765	297	148	98.9	49.4
3.54	1.770	295	147	98.3	49.2
3.55	1.775	293	147	97.7	48.9
3.56	1.780	292	146	97.2	48.6
3.57	1.785	290	145	96.6	48.3
3.58	1.790	288	144	96.1	48.0
3.59	1.795	286	143	95.5	47.7
3.60	1.800	285	142	95.0	47.5
3.61	1.805	283	142	94.4	47.2
3.62	1.810	282	141	93.9	46.9
3.63	1.815	280	140	93.3	46.7
3.64	1.820	278	139	92.8	46.4
3.65	1.825	277	138	92.3	46.1
3.66	1.830	275	138	91.8	45.9
3.67	1.835	274	137	91.2	45.6
3.68	1.840	272	136	90.7	45.4
3.69	1.845	271	135	90.2	45.1
3.70	1.850	269	135	89.7	44.9
3.71	1.855	268	134	89.2	44.6
3.72	1.860	266	133	88.7	44.4
3.73	1.865	265	132	88.2	44.1
3.74	1.870	263	132	87.7	43.9

球直径 D/mm		0.102xF/D <sup>2</sup> 值			
		30	15	10	5
		试验力F/N (kg)			
10	5	29.42kN (3000) 7.355kN (750)	14.71kN (1500)	9.807kN (1000)	4.903kN (500)
压痕直径D/mm		布氏硬度值 (HBW)			
3.75	1.875	262	131	87.2	43.6
3.76	1.880	260	130	86.8	43.4
3.77	1.885	259	129	86.3	43.1
3.78	1.890	257	129	85.8	42.9
3.79	1.895	256	128	85.3	42.7
3.80	1.900	255	127	84.9	42.4
3.81	1.905	253	127	84.4	42.2
3.82	1.910	252	126	83.9	42.0
3.83	1.915	250	125	83.5	41.7
3.84	1.920	249	125	83.0	41.5
3.85	1.925	248	124	82.6	41.3
3.86	1.930	246	123	82.1	41.1
3.87	1.935	245	123	81.7	40.9
3.88	1.940	244	122	81.3	40.6
3.89	1.945	242	121	80.8	40.4
3.90	1.950	241	121	80.4	40.2
3.91	1.955	240	120	80.0	40.0
3.92	1.960	239	119	79.5	39.8
3.93	1.965	237	119	79.1	39.6
3.94	1.970	236	118	78.7	39.4
3.95	1.975	235	117	78.3	39.1
3.96	1.980	234	117	77.9	38.9
3.97	1.985	232	116	77.5	38.7
3.98	1.990	231	116	77.1	38.5
3.99	1.995	230	115	76.7	39.3
4.00	2.000	229	114	76.3	38.1
4.01	2.005	228	114	75.9	37.9
4.02	2.010	226	113	75.5	37.7
4.03	2.015	225	113	75.1	37.5
4.04	2.020	224	112	74.7	37.3
4.05	2.025	223	111	74.3	37.1
4.06	2.030	222	111	73.9	37.0
4.07	2.035	221	111	73.5	36.8
4.08	2.040	216	110	73.2	36.6
4.09	2.045	218	109	72.8	36.4
4.10	2.050	217	109	72.4	36.2
4.11	2.055	216	108	72.0	36.0
4.12	2.060	215	108	71.7	35.8
4.13	2.065	214	107	71.3	35.7
4.14	2.070	213	106	71.0	35.5
4.15	2.075	212	106	70.6	35.3
4.16	2.080	211	105	70.2	35.1
4.17	2.085	210	105	69.9	34.9
4.18	2.090	209	104	69.5	34.8
4.19	2.095	208	104	69.2	34.6

球直径 D/mm		0.102x F/D <sup>2</sup> 值			
		30	15	10	5
		试验力 F/N (kg)			
10	5	29.42kN (3000) 7.355kN (750)	14.71kN (1500)	9.807kN (1000)	4.903kN (500)
压痕直径 D/mm		布氏硬度值 (HBW)			
4.20	2.100	207	103	68.8	34.4
4.21	2.105	205	103	68.5	34.2
4.22	2.110	204	102	68.2	34.1
4.23	2.115	203	102	67.8	33.9
4.24	2.120	202	101	67.5	33.7
4.25	2.125	201	101	67.1	33.6
4.26	2.130	200	100	66.8	33.4
4.27	2.135	199	99.7	66.5	33.2
4.28	2.140	198	99.2	66.2	33.1
4.29	2.145	198	98.8	65.8	32.9
4.30	2.150	197	98.3	65.5	32.8
4.31	2.155	196	97.8	65.2	32.6
4.32	2.160	195	97.3	64.9	32.4
4.33	2.165	194	96.8	64.6	32.3
4.34	2.170	193	96.4	64.2	32.1
4.35	2.175	192	95.9	63.9	32.0
4.36	2.180	191	95.4	63.6	31.8
4.37	2.185	190	95.0	63.3	31.7
4.38	2.190	189	94.5	63.0	31.5
4.39	2.195	188	94.1	62.7	31.4
4.40	2.200	187	93.6	62.4	31.2
4.41	2.205	186	93.2	62.1	31.1
4.42	2.210	185	92.7	61.8	30.9
4.43	2.215	185	92.3	61.5	30.8
4.44	2.220	184	91.8	61.2	30.6
4.45	2.225	183	91.4	60.9	30.5
4.46	2.230	182	91.0	60.6	30.3
4.47	2.235	181	90.6	60.4	30.2
4.48	2.240	180	90.1	60.1	30.0
4.49	2.245	179	89.7	59.8	29.9
4.50	2.250	179	89.3	59.5	29.8
4.51	2.255	178	88.9	59.2	29.6
4.52	2.260	177	88.4	59.0	29.5
4.53	2.265	176	88.0	58.7	29.3
4.54	2.270	175	87.6	58.4	29.2
4.55	2.275	174	87.2	58.1	29.1
4.56	2.280	174	86.8	57.9	28.9
4.57	2.285	173	86.4	57.6	28.8
4.58	2.290	172	86.0	57.3	28.7
4.59	2.295	171	85.6	57.1	28.5
4.60	2.300	170	85.2	56.8	28.4
4.61	2.305	170	84.8	56.5	28.3
4.62	2.310	169	84.4	56.3	28.1
4.63	2.315	168	84.0	56.0	28.0
4.64	2.320	167	83.6	55.8	27.9

球直径 D/mm		0.102xF/D <sup>2</sup> 值			
		30	15	10	5
		试验力 F/N (kg)			
10	5	29.42kN (3000) 7.355kN (750)	14.71kN (1500)	9.807kN (1000)	4.903kN (500)
压痕直径 D/mm		布氏硬度值 (HBW)			
4.65	2.325	167	83.3	55.5	27.8
4.66	2.330	166	82.9	55.3	27.6
4.67	2.335	165	82.5	55.0	27.5
4.68	2.340	164	82.1	54.8	27.4
4.69	2.345	124	81.8	54.5	27.3
4.70	2.350	163	81.4	54.3	27.1
4.71	2.355	162	81.0	54.3	27.0
4.72	2.360	161	80.7	53.8	26.9
4.73	2.365	161	80.3	53.5	26.8
4.74	2.370	160	79.9	53.3	26.6
4.75	2.375	159	79.6	53.0	26.5
4.76	2.380	158	79.2	52.8	26.4
4.77	2.385	158	78.9	52.6	26.3
4.78	2.390	157	78.5	52.3	26.2
4.79	2.395	156	78.2	52.1	26.1
4.80	2.400	156	77.8	51.9	25.9
4.81	2.405	155	77.5	51.6	25.8
4.82	2.410	154	77.1	51.4	25.7
4.83	2.415	154	76.8	51.2	25.6
4.84	2.420	153	76.4	51.0	25.5
4.85	2.425	152	76.1	50.7	25.4
4.86	2.430	152	75.8	50.5	25.3
4.87	2.435	151	75.4	50.3	25.1
4.88	2.440	150	75.1	50.1	25.0
4.89	2.445	150	74.8	49.8	24.9
4.90	2.450	149	74.4	49.6	24.8
4.91	2.455	148	74.1	49.4	24.7
4.92	2.460	148	73.8	49.2	24.6
4.93	2.465	147	73.5	49.0	24.5
4.94	2.470	146	73.2	48.8	24.4
4.95	2.475	146	72.8	48.6	24.3
4.96	2.480	145	72.5	48.3	24.2
4.97	2.485	144	72.2	48.1	24.1
4.98	2.490	144	71.9	47.9	24.0
4.99	2.495	143	71.6	47.7	23.9
5.00	2.500	143	71.3	47.5	23.8
5.01	2.505	142	71.0	47.3	23.7
5.02	2.510	141	70.7	47.1	23.6
5.03	2.515	141	70.4	46.9	23.5
5.04	2.520	140	70.1	46.7	23.4
5.05	2.525	140	69.8	46.5	23.3
5.06	2.530	139	69.5	46.3	23.2
5.07	2.535	138	69.2	46.1	23.1
5.08	2.540	138	68.9	45.9	23.0
5.09	2.545	137	69.6	45.7	22.9



球直径 D/mm		0.102x F/D <sup>2</sup> 值			
		30	15	10	5
		试验力 F/N (kg)			
10	5	29.42kN (3000) 7.355kN (750)	14.71kN (1500)	9.807kN (1000)	4.903kN (500)
压痕直径 D/mm		布氏硬度值 (HBW)			
5.10	2.550	137	68.3	45.5	22.8
5.11	2.555	136	68.0	45.3	22.7
5.12	2.560	135	67.7	45.1	22.6
5.13	2.565	135	67.4	45.0	22.5
5.14	2.570	134	67.1	44.8	22.4
5.15	2.575	134		44.6	22.3
5.16	2.580	133		44.4	22.2
5.17	2.585	133	66.9	44.2	22.1
5.18	2.590	132	66.6	44.0	22.0
5.19	2.595	132	66.3	43.8	21.9
5.20	2.600	131	65.8		
5.21	2.605	130	65.5	43.7	21.8
5.22	2.610	130	65.2	43.5	21.7
5.23	2.615	129	64.9	43.3	21.6
5.24	2.620	129	64.7	43.1	21.6
			64.4	42.9	21.5
5.25	2.625	128	64.1	42.8	21.4
5.26	2.630	128	63.9	42.6	21.3
5.27	2.635	127	63.6	42.4	21.2
5.28	2.640	127	63.3	42.2	21.1
5.29	2.645	126	63.1	42.1	21.0
5.30	2.650	126	62.8	41.9	20.9
5.31	2.655	125	62.6	41.7	20.9
5.32	2.660	125	62.3	41.5	20.8
5.33	2.665	124	62.1	41.4	20.7
5.34	2.670	124	61.8	41.2	20.6
5.35	2.675	123	61.5	41.0	20.5
5.36	2.680	123	61.3	40.9	20.4
5.37	2.685	122	61.0	40.7	20.3
5.38	2.690	122	60.8	40.5	20.3
5.39	2.695	121	60.6	40.4	20.2
5.40	2.700	121	60.3	40.2	20.1
5.41	2.705	120	60.1	40.0	20.0
5.42	2.710	120	59.8	39.9	19.9
5.43	2.715	119	59.6	39.7	19.9
5.44	2.720	119	59.3	39.6	19.8
5.45	2.725	118	59.1	39.4	19.7
5.46	2.730	118	58.9	39.2	19.6
5.47	2.735	117	58.6	39.1	19.5
5.48	2.740	117	58.4	38.9	19.5
5.49	2.745	116	58.2	38.8	19.4
5.50	2.750	116	57.9	38.6	19.3
5.51	2.755	115	57.7	38.5	19.2
5.52	2.760	115	57.5	38.3	19.2
5.53	2.765	114	57.2	38.2	19.1
5.54	2.770	114	57.0	38.0	19.0

球直径 D/mm		0.102xF/D <sup>2</sup> 值			
		30	15	10	5
		试验力F/N (kg)			
10	5	29.42kN (3000) 7.355kN (750)	14.71kN (1500)	9.807kN (1000)	4.903kN (500)
压痕直径D/mm		布氏硬度值 (HBW)			
5.55	2.775	114	56.9	37.9	18.9
5.56	2.780	113	56.6	37.7	18.9
5.57	2.785	113	56.3	37.6	18.8
5.58	2.790	112	56.1	37.4	18.7
5.59	2.795	112	55.9	37.3	18.6
5.60	2.800	111	55.7	37.1	18.6
5.61	2.805	111	55.5	37.0	18.5
5.62	2.810	110	55.2	36.8	18.4
5.63	2.815	110	55.0	36.7	18.3
5.64	2.820	110	54.8	36.5	18.3
5.65	2.825	109	54.6	36.4	18.2
5.66	2.830	109	54.4	36.3	18.1
5.67	2.835	108	54.2	36.1	18.1
5.68	2.840	108	54.0	36.0	18.0
5.69	2.845	107	53.7	35.8	17.9
5.70	2.850	107	53.5	35.7	17.8
5.71	2.855	107	53.3	35.6	17.8
5.72	2.860	106	53.1	35.4	17.7
5.73	2.865	106	52.9	35.3	17.6
5.74	2.870	105	52.7	35.1	17.6
5.75	2.875	105	52.5	35.0	17.5
5.76	2.880	105	52.3	34.9	17.4
5.77	2.885	104	52.1	34.7	17.4
5.78	2.890	104	51.9	34.6	17.3
5.79	2.895	103	51.7	34.5	17.2
5.80	2.900	103	51.5	34.3	17.2
5.81	2.905	103	51.3	34.2	17.1
5.82	2.910	102	51.1	34.1	17.0
5.83	2.915	102	50.9	33.9	17.0
5.84	2.920	101	50.7	33.8	16.9
5.85	2.925	101	50.5	33.7	16.8
5.86	2.930	101	50.3	33.6	16.8
5.87	2.935	100	50.2	33.4	16.7
5.88	2.940	99.9	50.0	33.3	16.7
5.89	2.945	99.5	49.8	33.2	16.6
5.90	2.950	99.2	49.6	33.1	16.5
5.91	2.955	98.8	49.4	32.9	16.5
5.92	2.960	98.4	49.2	32.8	16.4
5.93	2.965	98.0	49.0	32.7	16.3
5.94	2.970	97.7	48.8	32.6	16.3
5.95	2.975	97.3	48.7	32.4	16.2
5.96	2.980	96.9	48.5	32.3	16.2
5.97	2.985	96.6	48.3	32.2	16.1
5.98	2.990	96.2	48.1	32.1	16.0
5.99	2.995	95.9	47.9	32.0	16.0
6.00	3.000	95.5	47.7	31.8	15.9

## 附录3: 布氏硬度计的测试精度

标准硬度块硬度值 HBW	示值重复性的最大允许值 mm	示值误差的最大允许值 % (相对H)
$\leq 125$	$0.030\bar{d}$	$\pm 3$
$125 < \text{HBW} \leq 225$	$0.025\bar{d}$	$\pm 2.5$
$> 225$	$0.020\bar{d}$	$\pm 2$
式中“ $\bar{d}$ ”是测得的平均压痕直径		

取自国家标准 GB/T231.1-2002

## 附录4: 布氏硬度试验条件

硬度符号	球直径D/mm	试验力F/kg	$0.102F/D^2$ 值
HBW 10/3000	10	3000	30
HBW 10/1500	10	1500	15
HBW 10/1000	10	1000	10
HBW 10/500	10	500	5
HBW 5/750	5	750	30
HBW 5/250	5	250	10
HBW 5/125	5	125	5

注: 硬度符号的含义: HBW10/3000表示: 采用直径10mm的硬质合金球压头, 采用3000kg试验力。

## 附录5: 布氏硬度计试验条件的选择

材 料	硬度范围 (HBW)	球直径D/mm	试验力F/kg	$0.102F/D^2$ 值
钢		10 5	3000 750	30
铸铁	$\geq 140$ $< 140$	10	3000 1000	30 10
青铜	$> 200$	10	3000	30
黄铜、紫铜、铝合金	80-200	10	1000	10
紫铜、铝合金、铝	16-80	10	500	5

参考国家标准 GB/T231.1-2002

附录6：布氏硬度与抗拉强度换算

材 料	布氏硬度值 (HBW)	抗拉强度 (MN/m <sup>2</sup> )
钢	>175	$\sigma_b \approx 0.363 \text{HBW} \times 10$
	125-175	$\sigma_b \approx 0.343 \text{HBW} \times 10$
冷加工后的黄铜、青铜		$\sigma_b \approx 0.40 \text{HBW} \times 10$
退火黄铜、退火青铜		$\sigma_b \approx 0.55 \text{HBW} \times 10$
铸铝合金		$\sigma_b \approx 0.26 \text{HBW} \times 10$



## 沈阳天星试验仪器股份有限公司

地址：沈阳市浑南区文溯街17-1号

邮编：110168

电话：024-24200002 （销售）

24200003 （销售）

24223338 （售后服务）

400-811-7722 （技术咨询）

传真：024-24230008

网址：[www.tianxing.com.cn](http://www.tianxing.com.cn)

E-mail：[sales@tianxing.com.cn](mailto:sales@tianxing.com.cn)